

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
REGIONAL GOIÁS  
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE CIÊNCIAS HUMANAS  
LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO DO CAMPO



**A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA PROPOSTA  
CONCEITUAL PARA OS TERMOS MATERIAIS DE BAIXO CUSTO,  
ALTERNATIVOS E DE FÁCIL ACESSO**

ORIENTANDO: FRANCISCO EDVAN FIGUEREDO DE LIMA

ORIENTADOR: PROF. VITOR DE ALMEIDA SILVA

GOIÁS – GO

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE CIÊNCIAS HUMANAS

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

### 1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome(s) completo(s) do(a)(s) autor(a)(es)(as): Francisco Edvan Figueredo de Lima

Título do trabalho: A experimentação no ensino de ciências: uma proposta conceitual para os termos materiais de baixo custo, alternativos e de fácil acesso

### 2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [ x ] SIM [ ] NÃO<sup>1</sup>

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

#### Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

**Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Vitor De Almeida Silva, Professor do Magistério Superior**, em 02/05/2022, às 17:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **FRANCISCO EDVAN FIGUEREDO DE LIMA, Discente**, em 02/05/2022, às 17:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2831963** e o código CRC **4BCC8FB0**.

FRANCISCO EDVAN FIGUEREDO DE LIMA

**A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA PROPOSTA  
CONCEITUAL PARA OS TERMOS MATERIAIS DE BAIXO CUSTO,  
ALTERNATIVOS E DE FÁCIL ACESSO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Educação do Campo, na Unidade Acadêmica Especial de Ciências Humanas – Campus Goiás da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção de título de Licenciado em Educação do Campo: Ciências da Natureza.

ORIENTAÇÃO PROF. VITOR DE ALMEIDA SILVA

GOIÁS - GO

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Lima, Francisco Edvan Figueredo de  
A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS [manuscrito] :  
UMA PROPOSTA CONCEITUAL PARA OS TERMOS MATERIAIS  
DE BAIXO CUSTO, ALTERNATIVOS E DE FÁCIL ACESSO /  
Francisco Edvan Figueredo de Lima. - 2022.  
iii, 32 f.

Orientador: Prof. Dr. Vitor de Almeida Silva.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade  
Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Ciências  
Humanas, Educação do Campo, Cidade de Goiás, 2022.

Inclui tabelas.

1. Experimentação. 2. Materiais de baixo custo, de fácil acesso e  
alternativos. 3. Polissemia. 4. Ensino de ciências. I. Silva, Vitor de  
Almeida, orient. II. Título.

CDU 51:37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE CIÊNCIAS HUMANAS

### ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos treze dias do mês de abril do ano de dois mil e vinte e dois iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “**A experimentação no ensino de ciências: uma proposta conceitual para os termos materiais de baixo custo, alternativos e de fácil acesso**”, de autoria de **Francisco Edvan Figueredo de Lima**, do curso de Licenciatura em Educação do Campo, do(a) Unidade Acadêmica Especial de Ciências Humanas (UAECH) da UFG. Os trabalhos foram instalados pelo(a) **prof. Dr. Vitor de Almeida Silva** (UAECH/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **prof.ª Dr.ª Elisandra Carneiro de Freitas Cardoso** (UAECH/UFG) e **prof. Me. Raul Isaias Campos** (UAECH/UFG). Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição do(a) estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de dez (10,0), tendo sido o TCC considerado **aprovado**.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Vitor De Almeida Silva, Professor do Magistério Superior**, em 23/05/2022, às 10:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raul Isaias Campos, Professor do Magistério Superior**, em 23/05/2022, às 13:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elisandra Carneiro De Freitas Cardoso, Professora do Magistério Superior**, em 03/06/2022, às 09:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2831894** e o código CRC **1EA4C22F**.

## RESUMO

A pesquisa teve como objetivo desenvolver uma investigação sobre o uso do termo baixo custo na proposição de experimentações no ensino de ciências. Para isso foi feita uma busca nos periódicos no banco de dados da CAPES considerando como palavra-chave o termo experimentação de baixo custo. O resultado da busca nos permitiu construir uma base de dados com trinta e um (31) artigos cuja temática envolvia experimentação. Porém, os termos que eram elencados consistiam não somente como experimentos que utilizavam materiais de baixo custo, mas também referiam-se a materiais alternativos e de fácil acesso. Isso conduziu o estudo a propor uma conceituação para cada um dos termos na literatura. Para isso os artigos foram divididos em três categorias: Experimentação como domínio da atividade prática, Experimentação como domínio prático e Experimentação como domínio filosófico. As análises nos permitiram compreender e definir os termos: baixo custo, alternativo e de fácil acesso. Além disso, foi possível subdividir a prática experimental da seguinte forma: Desenvolvimento do Experimento, Tipo do Experimento e Tipos de materiais utilizados. Foi possível concluir que a polissemia que o termo experimentação assume, seja na formação inicial, seja na formação continuada reverbera também na delimitação dos termos utilizados para os diferentes materiais que são insumos para a experimentação. Essa indistinção provoca uma confusão conceitual onde tudo aquilo que se destina a uma prática mais acessível para o ensino de ciências é denominado como de baixo custo.

**Palavras-chave:** Experimentação, materiais de baixo custo, de fácil acesso e alternativo, polissemia, Ensino de Ciências.

## ABSTRACT

The objective this research was to develop an investigation on the use of the term low cost in the proposal of experiments in science teaching. For this, a search was carried out in the journals in the CAPES database, considering low-cost experimentation as a keyword or term. The result of the search build a database with articles and thirty one (31 whose thematic involvement). However, the terms that were listed did not only consist of experiments that used low-cost materials, but also referred to alternatives and easily accessible materials. This is the study to propose a conceptualization for each of the terms in the literature. For this, the practical devices were designed in three categories: Experimentation as a domain of practice, Experimentation as a philosophical domain and Experimentation as a philosophical domain. The purchases will allow us to understand and define the terms: low cost, alternative and access. Furthermore, it was possible to subdivide the experimental practice as follows: Development of the Experiment, Type of Experiment and Types of materials used. It was possible, that it is possible, formation also in the initial delimitation of the polysemy of experimentation to assume either in the continued formation reverberation of the terms used for the different materials for the experimentation. This indistinction causes a confusion where everything that is intended is a more accessible practice for science teaching is termed as low cost.

**Keyword:** Experimentation, low-cost, easily accessible and alternative materials, polysemy, Science Teaching.

## Sumário

RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	ii
1 Introdução/Fundamentação Teórica .....	1
1.1 A experimentação no ensino de ciências .....	2
1.1.1 Espaço disponível para a realização do experimento – Laboratório Estruturados e os Não Estruturados .....	5
1.1.2 Tipo de Atividade prática que se deseja executar.....	8
1.1.3 Os materiais que serão empregados no desenvolvimento do experimento .....	9
2 Metodologia de Pesquisa .....	14
3 Análise dos dados .....	16
3.1 Categoria de Análise – Experimentação como domínio da atividade científica..	16
3.2 Categoria de Análise – Experimentação como domínio prático .....	21
3.3 Categoria de Análise – Experimentação como domínio filosófico .....	24
4 Algumas considerações .....	29
5 Referências Bibliografia .....	32

## **1 Introdução/Fundamentação Teórica**

A prática experimental apresentada na literatura vem empregando definições similares para diferentes tipos de materiais, muitas vezes denominados sinonimamente como: materiais de baixo custo, alternativos e de fácil acesso. Porém, a falta de compreensão do experimento quanto ao **tipo de laboratório** e ao **tipo de atividade** que se deseja desenvolver no processo de ensino e aprendizagem, acaba negligenciando o papel que os materiais desempenharão na prática experimental.

Por isso os termos materiais de baixo custo, alternativos e de fácil acesso muitas vezes são utilizados com tendo o mesmo significado e vão sendo interpolados e utilizados de forma indiscriminada. Compreendemos que isso contribui para uma formação simplista do conceito de experimentação no ensino de ciências.

A experimentação, como uma metodologia voltada para o desenvolvimento da aprendizagem no ensino de ciências, deve ser dimensionada quanto aos tipos de laboratório e atividades envolvidas na prática experimental. Além disso, precisa ser planejada a partir dos diferentes tipos de materiais que serão empregados na experimentação.

Nesse sentido, o termo **material de baixo custo** deverá ser compreendido em sua plenitude e seu conceito ampliado conforme as implicações de uso dos diferentes materiais na prática experimental em sala de aula. Dessa forma, uma distinção e conceituação entre os termos material de baixo custo, de fácil acesso e alternativos consistirá no objetivo do trabalho.

Isso nos permitirá evidenciar que a interpolação dos termos provoca uma perda da identidade do conceito “material de baixo custo”. Além disso, será possível propor um conceito para os termos “material de fácil acesso” e “material alternativo”.

Dessa forma, a investigação proposta neste estudo elenca como problema de pesquisa o seguinte questionamento:

**A partir da pesquisa na literatura sobre a experimentação em sala de aula e considerando que a UNESCO faz uma definição do termo “materiais de baixo custo” é possível propor uma conceituação dos termos: material alternativo e de fácil acesso no desenvolvimento da atividade prática em sala de aula?**

Discutiremos a seguir o significado da experimentação no ensino de ciências e como a polissemia identificada na compreensão do significado do termo

“experimentação” reverbera também nos diferentes tipos de materiais utilizados na execução da prática em sala de aula.

### **1.1 A experimentação no ensino de ciências**

As diferentes proposições metodológicas de ensino, que enfatizam o estudante como protagonista, delimitam esse papel como expressivamente ativo e crítico para que, assim, se conduza a um desenvolvimento da aprendizagem com significado.

Nesse contexto, a literatura tem discutido sobre alternativas metodológicas que transitam por propostas inovadoras como a ludicidade, robótica educacional, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), experimentação e entre outras, nas quais o protagonismo do discente é uma característica intrínseca e fundamental.

Tendo como contexto o ensino de ciências orientado pela experimentação, é possível observar que a metodologia experimental assume características expressas por um conjunto de objetivos elencados por Lazarowitz e Tamir (1994) como:

1. Facilitar a compreensão de conceitos científicos e ajudar os alunos a confrontar as suas concepções atuais.
2. Incentivar o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como resolução de problemas, pensamento crítico e tomada de decisão.
3. Desenvolver habilidades práticas, como habilidades de manipulação e investigação.
4. Promover a compreensão da natureza da ciência, por exemplo, o empreendimento científico, e a grande diversidade de métodos científicos.
5. Promover a compreensão dos conceitos subjacentes à investigação científica, como a definição de um problema científico e de uma hipótese.
6. Desenvolver atitudes científicas, como objetividade e curiosidade na ciência.
7. Despertar prazer e interesse, também pelo estudo da ciência (LAZAROWITZ e TAMIR, 1994 apud DE JONG, 1998, p.306).

A dimensão de tais características nos explicita a forma como a atividade prática nas ciências naturais se projeta como necessária e em efetiva consonância com as propostas curriculares vigentes.

Contudo, o olhar que se direciona à experimentação não pode se configurar de forma simplista, isto é, compreendida como executar uma prática em sala de aula que confirme o aparato teórico estudado. Segundo esse critério, De Jong (1998) afirma que a pesquisa laboratorial no ensino de ciências, em grande parte dos casos, assume a perspectiva de confirmação da teoria a partir da prática, isto é, através da experimentação.

O autor explicita que, nesses casos, o desenvolvimento cognitivo em laboratório tende a ser baixo. Além disso, afirma que os estudantes consideram o laboratório como um lugar “onde se fazem coisas, mas não veem o sentido do que fazem” (DE JONG, 1998, p.306)

Isso nos mostra como uma atividade experimental que exige um comportamento ativo dos estudantes pode ser facilmente trabalhada em sala de aula, mas ainda sem uma visão de completude para as atividades feitas em laboratório. Nesse sentido, a perspectiva do estudante se configura como uma ação sem significado, isto é, de repetir o aparato teórico visto em sala de aula, para simplesmente confirmá-la a partir da prática experimental. Há uma desvinculação entre o contexto teórico e prático, o que De Jong (1998) denomina de manipulação cega e sem propósito da prática experimental.

A desvinculação entre teoria e prática (ou diretamente seu distanciamento) no ensino de ciências é uma percepção presente em grande parte na concepção docente sobre experimentação. O contorno dessa concepção é dimensionado por De Jong (1998) a partir da transmissão do conteúdo em sala de aula, na qual o professor é um intérprete dos livros didáticos

O autor considera que, quando o professor assume o posicionamento de intérprete dos livros didáticos, os estudantes são condicionados a reproduzir a informação, seja em um contexto teórico ou prático. Sendo assim, o significado da informação e sua relação crítica com os aspectos teóricos-práticos da atividade experimental é suprimida pela necessidade de confirmação da informação transmitida em sala de aula.

No entanto, compreende-se que o papel da experimentação no ensino de ciências está além da confirmação da teoria em aspectos práticos. Isso se relaciona, muitas vezes, ao que se ouve quando se propõe uma atividade experimental como: “vamos comprovar na prática o que se viu na teoria”. Por isso, o significado que se atribui à experimentação precisa ser muito bem delineado.

Mori e Curvelo (2017) consideram que o termo experimentação (e alguns verbetes) no ensino de ciências apresenta uma polissemia, o que explica as múltiplas significações que reverberam em distintas concepções docentes e, até mesmo, na formação inicial de professores. Os verbetes: experiência, experimentar, experimentação, experimento (sinônimos entre si) reservam suas definições pertencentes a um dos seguintes domínios, explicam Mori e Curvelo (2017):

**Domínio Prático:** experiência do senso comum, vivência, produto do contato intenso e frequente com aspectos da realidade, levando ao conhecimento, ao domínio, ao adestramento. **Domínio filosófico:** empirismo, como crença na aquisição do conhecimento através dos dados do real, mediado pelos sentidos. **Domínio da atividade científica:** experimentação, experiências ou experimentos como constituintes da atividade de investigação científica, destinados à observação/verificação de fenômenos/leis, sujeitos a determinadas regras (método científico) (MORI; CURVELO, 2017, p.295).

O **domínio prático** é a característica marcante da concepção de experimentação (e de seus verbetes sinônimos) fundamentada na perspectiva do senso comum para se atingir um conhecimento científico. Nesse sentido, associar a experimentação à uma concepção em que o senso comum dirigirá o desenvolvimento do conhecimento científico é amparar o significado da experimentação no **domínio prático**.

Sustentar a concepção de experimentação a partir dos aspectos indutivistas-empiristas, significa centralizar o conceito de experimentação a partir do **domínio filosófico**. Isso explicitará o caráter da concepção indutivista amparada a partir de uma “observação pura”, sem uma pré-concepção do objeto investigado.

Contudo, para além de uma concepção indutivista, o domínio filosófico também pode evidenciar uma concepção empirista, isto é, voltada para uma caracterização dedutivista do conhecimento científico, no qual o objeto investigado é interpretado por uma base teórica que pressupõe e elucida o comportamento do fenômeno observado.

No entanto, o **domínio filosófico** da experimentação amplia seu espectro investigativo com a evolução da atividade experimental dentro das universidades. Isso ilustra o advento da ciência moderna e a exigência de um critério consistente e apurado para o desenvolvimento do conhecimento científico.

Os laboratórios acadêmicos são, então, alçados como espaços onde o conhecimento científico é testado, investigado, verificado e confirmado. Tal característica ilustra o **domínio da atividade científica**, pois assume o contexto formativo em um ambiente específico regido por um método dialogado com leis e teorias sustentadas pela comunidade acadêmica.

Compreendendo os domínios polissêmicos que a palavra experimentação pode assumir, Mori e Curvelo (2017) explicam que a partir do século XVIII há uma delimitação clara dos experimentos científicos na formação acadêmica. Há a distinção, nesses espaços formativos, de dois tipos de laboratórios didáticos: os de demonstrações e os tradicionais. Os autores afirmam que:

[Nos laboratórios didáticos de demonstrações] o executor das atividades experimentais é o próprio docente, cabendo aos alunos observar. Já no laboratório tradicional o professor supervisiona os alunos com a intenção de que desenvolvam uma investigação científica propriamente dita, ainda que, na realidade, a atividade não demande muito mais que seguir instruções de um roteiro (MORI; CURVELO, 2017, p.296).

O laboratório tradicional apresenta uma concepção de experimentação centrada no **domínio filosófico**, isto é, a proposição prática sustentada pelo indutivismo-dedutivismo do desenvolvimento da investigação científica. No laboratório didático de demonstrações a característica predominante é a observação. Esta se ampara na concepção da experimentação a partir do **domínio prático**. Neste caso o senso comum se delimita como ferramenta interpretativa da atividade experimental.

A forma como a experimentação é percebida por professores, experientes e em formação, muitas vezes se configura como uma visão simplista e em diálogo com as caracterizações dos laboratórios tradicionais e didáticos de demonstração. Dessa forma, os contornos polissêmicos discutidos por Mori e Curvelo (2017) vão delimitando a concepção de grande parte dos professores sobre o significado da experimentação.

Torna-se necessário um avanço na concepção do termo experimentação. Ela requer uma interpretação mais apurada, isto é, para além de um conjunto de ações com significados sinônimos. É preciso aclarar o sentido da experimentação, assim como define Hodson (1988), em suas diferentes proposições, isto é, a experimentação consiste em: trabalho em laboratório, experimentação no ensino de ciências e nas ciências.

No que tange a experimentação no ensino de ciências é preciso dimensioná-la de acordo com a proposta de ensino que se deseja desenvolver. Isso implica pensarmos na experimentação de acordo com o **espaço disponível para sua realização, o tipo de atividade prática que se deseja executar** e os **materiais que serão empregados no desenvolvimento do experimento**. Discutiremos sobre tais aspectos a seguir

### **1.1.1 Espaço disponível para a realização do experimento – Laboratório Estruturados e os Não Estruturados**

No que se refere aos espaços disponíveis para a realização da experimentação, Araújo e Abib (2003) caracteriza os laboratórios de acordo com suas estruturas, isto é, subdivide-os em Laboratórios Estruturados (LE) e os Não Estruturados (LNE). Os autores consideram que nos Laboratórios Não Estruturados as atividades

[...] permitem uma abordagem que privilegia os aspectos qualitativos envolvidos no processo, com destaque para os aspectos de natureza conceitual, que podem ser relacionados com a verificação de conceitos espontâneos, teste de hipóteses e mudança conceitual, empregando uma metodologia que possibilita aos alunos buscarem por si mesmos as respostas e soluções para os problemas que são apresentados. [As atividades no LNE] podem ser desenvolvidas baseadas na utilização de questões problematizadoras ou através de situações que possibilitem verificar a adequação ou não do modelo não estruturado diante de eventuais deficiências formativas dos alunos (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.179).

O LNE exige que o professor avalie a projeção do experimento e explore suas nuances conceituais. Nesse processo a participação dos estudantes emergem como elemento central, pois o conhecimento prévio e o senso comum alimentarão interpretações que sustentarão a base de raciocínio do problema proposto. Para que se avance no diálogo conceitual, e em sua possibilidade de mudança conceitual (POSNER *et al.* 1982), é necessário que essa atmosfera de concepções prévias subsidie a interpretação do problema proposto.

A partir desse momento o espaço pensado para a execução do experimento, neste caso o LNE, assume um papel coadjuvante. O problema proposto pela investigação e o fenômeno experimentado estão envolvidos pela significação que os conceitos – prévio e científico – assim exigem. Dessa forma, a prática experimental e os conceitos que demarcam o significado da experimentação vão se complementando.

Compreendemos que o LNE é aquele que não conta com aparatos experimentais típicos dos laboratórios que executam atividades experimentais com graus de complexidade elevado e que exigem equipamentos específicos para o desenvolvimento de uma prática segura e métodos específicos.

Além da característica física desses espaços, o LNE permite o desenvolvimento de experimentos cujas abordagens não sejam estruturadas. Isso significa que há espaço para a proposição e teste de hipóteses por parte dos alunos de forma autônoma. O papel do professor se estabelece a partir do auxílio e estimulação dos estudantes a avançarem, cognitivamente, sobre o fenômeno investigado.

Outra característica do LNE é sua maleabilidade metodológica, não se fechando em roteiros definidos, e a intervenção no experimento pelos alunos ao longo das etapas experimentais é uma constante. Há nesse processo uma maior permissividade por parte do professor para que o estudante explore o experimento. A esse respeito, observa-se que o papel do aluno é significativamente ativo no processo de ensino e aprendizagem.

[...] o emprego do laboratório não estruturado como meio de investigação e/ou resolução de problemas, que pode possibilitar aos alunos o teste de hipóteses, propiciando o desenvolvimento da capacidade de observação, de descrição de fenômenos e até mesmo de reelaboração de explicações causais, aspectos que contribuiriam para facilitar a reflexão e, conseqüentemente, o progresso intelectual dos estudantes (ARAÚJO; ABIBI, 2003, p.184).

No que tange o papel do aluno, devemos ressaltar que o LNE exige uma dedicação maior, uma vez que nesses espaços preza-se pela autonomia do estudante e seu engajamento na proposição de hipóteses e em uma mudança cognitiva significativamente efetiva. Araújo e Abib (2003) afirma que

[...] as atividades experimentais que tomam por base propostas de LNE podem exigir dos estudantes um tempo maior de estudo, uma vez que as etapas de execução, análise e conclusões demandam um grande envolvimento, propiciando assim um melhor entendimento dos fenômenos físicos investigados (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.184).

Já os LE a características que se manifesta é contrária aos LNE. Nesses espaços, frequentemente, “[...] faz-se uso de roteiros fechados, com menores possibilidades de intervenção e/ou modificações por parte dos alunos ao longo das etapas do procedimento experimental” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.184).

Segundo Araújo e Abib (2003) as

[...] deficiências formativas observadas nos alunos poderiam implicar na necessidade de uso da experimentação baseada em um modelo estruturado nas etapas iniciais, enquanto em uma etapa posterior, quando os alunos já estariam familiarizados com o laboratório, poderiam ser utilizadas abordagens não estruturadas (ARAÚJO; ABIBI, 2003, p.184).

Os LE, a partir de sua característica mais engessada, se direcionaria para um ensino fundamentado na experimentação considerando como público-alvo os alunos com deficiências formativas. Nesse sentido, o conteúdo abordado e a própria situação investigativa são fechadas, isto é, não permitiria um exercício da autonomia por parte dos estudantes para interferir e/ou modificar o experimento. O intuito do LE é direcionar o experimento para sanar a deficiência formativa observada nos alunos.

É importante destacar que os LE não se fecham em propostas metodológicas experimentais cujo modelo seja fundamentalmente estruturado. Há possibilidade de desenvolver experimentos em que a participação do aluno seja mais autônoma e efetiva.

Direcionar o LE para sanar as deficiências formativas dos estudantes significa explorar a experimentação para que as lacunas cognitivas de determinado conteúdo

possam ser sanadas. O papel do professor no LE é mais ativo, controla a execução e a análise do experimento.

### 1.1.2 Tipo de Atividade prática que se deseja executar

As atividades que podem ser executadas a partir dos experimentos podem ser classificadas como de **observação/demonstração, verificação e investigação**. Discutiremos sobre cada uma delas a seguir.

As atividades de **demonstração/observação**, como denominam Araújo e Abib (2003), são aquelas cuja característica fundamental é a ilustração dos fenômenos que compõem o conteúdo teórico abordado na experimentação. Os autores também consideram que tal ilustração, ao se tornar perceptível através da experimentação, é capaz de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas.

As demonstrações podem ser classificadas a partir de dois tipos: as **demonstrações fechadas** e as **demonstrações abertas**. A saber:

[...] as **demonstrações fechadas** se caracterizam principalmente pela simples ilustração de um determinado fenômeno físico, sendo uma atividade centrada no professor que a realiza, as **atividades de demonstração/observação aberta** incorporam outros elementos, apresentando uma maior abertura e flexibilidade para discussões que podem permitir um aprofundamento nos aspectos conceituais e práticos relacionados com os equipamentos, a possibilidade de se levantar hipóteses e o incentivo à reflexão crítica, de modo que a demonstração consistiria em um ponto de partida para a discussão sobre os fenômenos abordados, com possibilidade de exploração mais profunda do tema estudado (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.181, grifos nossos).

Em muitas ocasiões as atividades de demonstração são criticadas por seu caráter fechado e meramente ilustrativo, sendo associada à uma perspectiva acrítica do processo de ensino e aprendizagem. Nessa direção, Araújo e Abib (2003) asseguram que

A compreensão de um fenômeno através de uma demonstração pode permitir aos alunos compreenderem o funcionamento de outros equipamentos e generalizar o comportamento dos sistemas observados para outras situações em que estes mesmos fenômenos estejam presentes (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.181).

Conforme explicam Araújo e Abib (2003), as demonstrações podem ser dimensionadas para determinadas atividades experimentais cujo aprofundamento dos aspectos conceituais se inicia a partir da própria observação, podendo proporcionar generalizações para além das próprias observações pontuais.

As **atividades de verificação** se direcionam para práticas experimentais que possuem o intuito, como o próprio termo indica, de verificar leis e fenômenos que

fundamentam o objeto investigado. Trata-se de uma proposta que visa facilitar a interpretação dos experimentos direcionando os envolvidos para uma compreensão mais apurada das leis e teorias que fundamenta a prática experimental.

A atividade experimental de verificação é caracterizada por Araújo e Abib (2003)

[...] por uma maneira de se conduzir a atividade experimental na qual se busca a verificação da validade de alguma lei física, ou mesmo de seus limites de validade. A importância destas atividades pode ser destacada, entre outros fatores, pela sua capacidade de facilitar a interpretação dos parâmetros que determinam o comportamento dos sistemas físicos estudados, sendo, segundo alguns autores, um recurso valioso para tornar o ensino estimulante e a aprendizagem significativa, promovendo uma maior participação dos alunos (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.183).

Nesse contexto, a atividade experimental de verificação é capaz de explorar o limite da própria experimentação incentivando os estudantes a visualizarem outras situações que extrapolem o que foi verificado na atividade prática.

No que se destina as **atividades experimentais de investigação** estas estão associadas às propostas metodológicas que podem ser desenvolvidas através dos LE e no LNE. Como discutido na seção anterior a investigação proposta nesses ambientes concentram-se em finalidades distintas.

Ao que se refere às atividades de experimentação de investigação desenvolvidas nos LE estas se apresentam e se fecham em um modelo estruturado. Nessa perspectiva, a **investigação no LE** restringe o estudante a seguir os passos experimentais apontados pelo professor. Dessa forma, estimula-se o raciocínio e a própria mudança cognitiva a partir do que é executado experimentalmente e conduzido a partir de um método estruturado.

Já a **investigação** desenvolvida nos LNE o experimento se molda à uma problemática debatida e explorada pela ótica dos estudantes e orientada pelo professor. Há nesse processo a possibilidade de reconfiguração e modificação do experimento por parte dos alunos que exercitarão a autonomia e dialogarão com uma mudança conceitual dos conteúdos abordados a partir do experimento.

### **1.1.3 Os materiais que serão empregados no desenvolvimento do experimento**

Até aqui discutimos como a experimentação pode ser interpretada a partir de seus significados polissêmicos, isto é, amparados por um domínio prático, filosófico e da atividade científica. Isso demarca a concepção atribuída ao termo experimentação e que reverbera na formação e também na concepção dos professores.

Compreendemos que a prática experimental, principalmente no que tange ao processo de ensino e aprendizagem, deve ser dimensionada a partir do **espaço destinado ao desenvolvimento do experimento** e ao tipo de **atividade que se deseja desenvolver**. Isso amplia as diferentes perspectivas que a experimentação deve assumir quando se pensa nessa metodologia empregada em sala de aula.

Assim, entendemos que os tipos de materiais utilizados para o desenvolvimento da prática experimental também precisam ser elucidados quanto ao seu papel desempenhado no processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, o termo **materiais de baixo custo** precisa ser compreendido a partir de sua definição específica.

Há na literatura brasileira e na literatura internacional há uma escassez teórica que defina o termo “**material de baixo custo**”. Quando o termo é utilizado, muitas vezes assume uma conceituação simplista e trivial. Assim, quando se referem aos “**materiais de baixo custo**” o termo assume significação tal como: “materiais alternativos que podem ser obtidos de maneira fácil e sem custo”.

Contudo, quando nos referimos aos “**materiais de baixo custo**” utilizados em uma atividade experimental em sala de aula é preciso compreendermos qual a dimensão e o impacto do uso de tais insumos para a execução de uma prática cujo intuito seja o desenvolvimento do ensino e da aprendizagem.

Khitab (2012) define materiais de baixo custo como aqueles que podem ser encontrados ao nosso redor, que são descartados, jogados no lixo e que podem ser utilizados em um laboratório de química para uma aprendizagem eficaz.

Wisniewski (1990), conceitua o termo considerando-o como aqueles que:

[...]constituem um tipo de recurso que apresentam as seguintes características: são simples, baratos e de fácil aquisição. São materiais que facilitam o processo ensino-aprendizagem, porém não proporcionam informações. São utilizados como meios e são necessários no laboratório e em sala de aula, para realização dos trabalhos experimentais (WISNIEWSKI, 1990, p.99).

O autor aprofunda a discussão do termo ao afirmar que os materiais de baixo custo devem ser pensados e selecionados em função:

[...]das características dos alunos, do conteúdo, dos objetivos e estratégias previstas. Recomenda-se a utilização destes materiais no ensino de química, pelo fato deles serem obtidos na comunidade, região onde se encontra inserida a escola. A sua aquisição não está vinculada somente aos recursos naturais ou industriais, mas à comunidade em geral, principalmente os pais dos alunos (WISNIEWSKI, 1990, p.100).

Engida (2012) insere na discussão o uso das TIC como oportunidade do uso de materiais de baixo custo no processo de ensino e aprendizagem. O autor afirma que “O uso de software livre e open-source feito com propósito educacional tem se tornado comum em muitas instituições, desde que a infraestrutura adequada esteja instalada” (ENGIDA, 2012, p.51)

Além das discussões feitas apresentadas pelos autores e destacadas nos parágrafos anteriores, a UNESCO, no século XX, fez uma discussão mais detalhada sobre o conceito de Materiais Educacionais de Baixo custo.

No workshop regional sobre o Planejamento, Desenvolvimento e Avaliação dos Materiais Educacionais de Baixo Custo realizado pela UNESCO em Bangkok, em 1978, uma definição do termo materiais de baixo custo é apresentada. Elenca como materiais as cartas educacionais feitas a mão, mapas, modelos, aparatos científicos improvisados, brinquedos educacionais e jogos para crianças como sendo de baixo custo.

De forma mais específica, a UNESCO (1978) define materiais de baixo custo aqueles que possuem as seguintes características:

- I. Matéria prima facilmente disponível e de forma gratuita no ambiente local. Esses materiais podem ser de recursos naturais (por exemplo, bambu, conchas, folhas), ou materiais descartados/desperdiçados de uso industrial ou doméstico (bulbos de fusíveis elétricos, peças de bicicletas, etc.);
- II. Os materiais podem ser feitos por professores, alunos ou membros da comunidade;
- III. Os materiais podem ser utilizados efetivamente pelos professores e pelos alunos em sala de aula e não estão sujeitos a gastos desnecessários;
- IV. O processo envolvido na produção dos materiais é simples e sem custo; e
- V. A produção dos materiais não demanda tempo extrassala de aula (UNESCO, 1977, p.25, tradução nossa).

Podemos observar que os materiais de baixo custo não são simplesmente sucatas ou recicláveis. Muito menos enfatizam disponibilidade relacionada à sua obtenção a partir do lixo ou descarte. O escopo interpretativo para tais materiais ultrapassa a dimensão da mera reutilização, alcança especificidades que estão além do próprio insumo. Isto é, o termo se refere a uma matéria prima que subsidiará a construção de um material educacional que tenha um baixo custo.

O material de baixo custo pode ser confeccionado por uma matéria prima que está disponível localmente e pode ser obtida de forma gratuita. Além disso, esse material pode ser planejado e fabricado pelos professores e alunos e, também, com a ajuda dos pais dos estudantes e da própria comunidade. Podemos observar que o termo material de baixo

custo não se refere a um termo trivial restrito a uma área do ensino. Ele assume uma identidade que incorpora em sua significação a integralidade entre ensino – escola – comunidade.

Nesse sentido, a UNESCO (1978, p.26) nos diz que é necessário relacionar os materiais de baixo custo com o ambiente local em que a escola se encontra inserida e com a relação cultural e tradicional que ela possui com a comunidade. No entanto, também afirma que essa integração do ambiente local, culturas e tradições com o desenvolvimento de materiais de baixo custo é um processo complexo.

A integração entre o ambiente local, a cultura e tradição são dialogados no desenvolvimento dos materiais de baixo custo da seguinte forma, segundo a UNESCO (1978):

O desenvolvimento de materiais educacionais e o seu uso no ensino deverá focar naquilo que mais afetará os estudantes. Os atores envolvidos nesse desenvolvimento podem ser os professores, os pais dos alunos e as pessoas da comunidade. Esse envolvimento pode dar origem a um processo educacional que é funcional e relacionado com a realidade, o ambiente, a cultura, a tradição e a vocação da comunidade. Há também a necessidade dos estudantes, pais e a comunidade estarem envolvidos ativamente nas atividades escolares e assim organizarem a chegada de um programa de desenvolvimento de materiais educacionais de baixo custo de forma realista (UNESCO, 1978, p.26, tradução nossa).

Quando se propõe uma prática experimental em sala de aula cujos insumos sejam materiais de baixo custo, torna-se necessário que o planejamento da atividade prática dialogue com o impacto que o uso de tais materiais provocará no processo de ensino e aprendizagem. Deverá considerar qual o papel que o material assume na comunidade local e como os atores – professores, alunos, pais e a comunidade – são conscientes do protagonismo desse material de baixo custo no ambiente local.

Observa-se, nesse sentido, que o termo material de baixo custo não pode ser utilizado na experimentação no ensino de ciências como algo trivial, pois seu significado está além dos limites da sala de aula e da atividade prática. Consideramos que os materiais de baixo custo disponíveis em uma localidade específica permite que os estudantes tenham uma visão mais ampla da realidade em que vivem e explora como tais materiais impactam na cultura, tradição e organização da comunidade como um todo.

Quando a UNESCO (1978) explicita que as matérias primas para os materiais de baixo custo pode ser natural, artificial e mineral ela enfatiza a necessidade de compreender o significado integrador de seu uso no processo de ensino e aprendizagem. Isso incita uma prática experimental capaz de provocar reflexões de como esses insumos,

utilizados nas atividades práticas em sala de aula, podem ser compreendidos em uma dimensão Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) de forma integrada com a comunidade local.

Por esse motivo não se pode utilizar como sinônimos os termos “**material de baixo custo**”, “**de fácil acesso**” e “**alternativos**”, isso desvirtua o significado da própria experimentação e sua proposta metodológica. Além disso, o termo “material de baixo custo” avança para uma discussão mais coletiva e participativa da comunidade, pais, estudantes e professores no que tange o processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, o trabalho visa avançar na discussão dos termos utilizados na experimentação em sala de aula conforme os materiais que compõem a atividade prática. Termos como “material de fácil acesso” e “alternativos” precisam ser definidos de forma explícita para se distinguir e não serem associados como sinônimos do termo “material de baixo custo”.

## 2 Metodologia de Pesquisa

A pesquisa se fundamentou no método qualitativo. Considerou-se adequado amparar tal método ao estudo investigativo proposto uma vez que, nas palavras de Ludke e André (1986),

[...]envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p.13).

Elencar o significado da experimentação a partir o uso de materiais denominados por termos como **baixo custo**, **alternativo** e de **fácil acesso** vai ao encontro do que o método qualitativo explicita, isto é, enfatiza mais o processo de como o termo atribui significado à experimentação do que, respectivamente, retratar o produto da prática experimental com tais materiais.

A pesquisa qualitativa será capaz de imprimir, no sentido processual de desenvolvimento das atividades práticas em sala de aula, um significado distinto aos termos explicitados no parágrafo anterior. Dessa maneira, será possível compreender de que forma o termo “material de baixo custo” estava sendo utilizado nos artigos que foram elencados na coleta de dados da pesquisa.

A análise documental apresentou-se com técnica adequada, dentro da abordagem qualitativa, para o levantamento e coleta de dados que elucidasse o formato em que o termo “material de baixo custo” estava sendo utilizado na literatura investigada.

Ludke e André (1986, p.38) explicitam que “a análise documental busca identificar informações factuais nos documentos a partir de questões ou hipóteses de interesse”. Isso corrobora o questionamento que ilustra a pesquisa, pois a investigação realizada foi capaz de delimitar o conceito de material de baixo custo. Contudo, não houve uma explicitação dos conceitos “**material de fácil acesso**” e “**alternativos**” que dinamizassem a atividade prática em sala de aula como distinta daquela que utiliza os materiais de baixo custo.

Os dados de pesquisa foram coletados, inicialmente, fazendo uma busca na plataforma CAPES filtrando os artigos considerando os seguintes aspectos:

- Filtro de busca: selecionamos Qualquer campo que contenha o termo **experimentação** e qualquer campo que contenha o termo **baixo custo**;
- Nos filtros ativos: selecionamos apenas os **periódicos revisados por pares**, intervalo de 10 anos na busca (2010 - 2021) e nos assuntos apenas aqueles relacionados à educação.

É importante enfatizar que apesar do filtro de busca ter utilizado como palavras-chave **experimentação** e **baixo custo**, a lista de resultados trouxe artigos que estavam relacionados com o termo **experimentação**, mas que não necessariamente associava-se ao termo **baixo custo**. Além disso, o espaço temporal delimitado não nos permitiu, em um primeiro momento, acessar os artigos que conceituavam o termo “material de baixo custo”. Para isso foi necessário fazer uma pesquisa adicional contemplando um período superior àquele selecionado na primeira busca na plataforma.

O resultado da pesquisa elencou, então, artigos disponíveis na plataforma CAPES cujos termos do campo de busca se aproximavam das palavras-chave. Nesse sentido verificamos que os dados coletados nos apresentavam artigos cuja **experimentação** era desenvolvida com materiais denominados de “baixo custo”. Porém, foi possível perceber que além da utilização do termo “materiais de baixo custo” este era muitas vezes referido como materiais “alternativos e de fácil”, porém em um sentido não distinto, isto é, sendo considerados sinônimos.

Ao todo foram selecionados trinta e um artigos (31) que exibiam as palavras-chave do campo de busca. Esses artigos foram analisados previamente fazendo-se uma leitura dos resumos, isso nos permitiu separá-los em categorias. Tais categorias foram classificadas em termos da **Experimentação** como: **Domínio da atividade científica**, **Domínio prático** e **Domínio filosófico**.

Posteriormente, os artigos foram estudados integralmente para que pudéssemos analisar o contexto em que a **experimentação** utilizava os termos **baixo custo**, **fácil acesso** e **alternativos** em suas propostas de ensino e aprendizagem. Assim, foi possível verificar que para certos artigos a **experimentação** enfatiza uma concepção baseada nos domínios, descritos por Araújo e Abib (2003).

Os artigos que enfatizaram os aspectos didáticos da **experimentação** foram inseridos na categoria **Experimentos de domínio prático**, aqueles que discutiam os aspectos epistemológicos foram agrupados na categoria **Experimentos de domínio filosófico** e os artigos que mostravam uma dimensão metodológica da prática experimental povoaram a categoria **Experimentos de domínio da atividade científica**.

A seção a seguir se destina a discutir a análise dos dados em cada uma das categorias compreendendo como a **experimentação** dimensiona os termos **materiais de baixo custo**, **alternativos** e **de fácil acesso** e, dessa forma, retroalimenta o significado de **experimentação** no ensino de ciências.

### **3 Análise dos dados**

#### **3.1 Categoria de Análise – Experimentação como domínio da atividade científica**

A categoria Experimentação como domínio da atividade científica se destinou a analisar os artigos que mostravam uma dimensão metodológica da prática experimental em sala de aula. Nesse sentido, a análise dos artigos selecionados na plataforma CAPES concentrou-se em avaliar o caminho percorrido pela atividade experimental abordada em cada um dos artigos.

Do conjunto de trinta e um (31) artigos selecionados dezessete (17) apresentavam características que relacionavam a atividade experimental à uma proposta metodológica que evidenciava a experimentação como uma ferramenta ao processo de ensino e aprendizagem. A análise dos dezessete (17) artigos que compuseram a categoria permitiram avaliar as características metodológicas adotadas na execução dos experimentos, tais como a observação, problematização, planejamento, reflexão e avaliação envolvidas na prática experimental.

Os artigos estão listados na tabela 1 e foram classificados conforme o título do artigo, a revista em que foi publicado, data de publicação e o volume da revista. Além desses elementos inserimos um código para cada um dos artigos a fim de enumerá-los e facilitar para citações ao longo da análise. O código tem a seguinte formatação: A – se refere a Artigo; D – Domínio; A – Atividade; C - Científica; Numeral que indica a posição do artigo na tabela, assim temos: ADAC1 – Artigo da Categoria Experimentação de Domínio da Atividade Científica localizado na posição 1 da tabela 1

A tabela 1 a seguir lista os artigos analisados na categoria.

**Tabela 1 – Artigos analisados para a categoria Experimentação como domínio da atividade científica**

<b>Código do artigo</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Revista</b>	<b>Publicação</b>	<b>Vol</b>
ADAC1	Compostos Coloridos do ferro: uma proposta de experimentação utilizando materiais de baixo custo	Educacion química	22/03/2018	vol.28
ADAC2	O ensino de termoquímica utilizando experimentação com materiais de baixo custo	Scientia plena	27/05/2016	vol.12
ADAC3	Cultivando protozoários: a importância da experimentação no ensino de ciências e biologia	Diversitas Journal	01/10/2021	vol.6
ADAC4	Ensinando Termodinâmica por meio de Experimentos de baixo custo	Abakós	19/05/2016	vol.4
ADAC5	A experimentação como instrumento para o ensino de titulação com uma turma de graduandos em licenciatura em Química	Scientia plena	27/05/2016	vol.12
ADAC6	O ácido clorídrico (HCl) no estômago: propondo uma aula prática simples e de baixo custo para a simulação de aspectos fisiológicos da digestão na disciplina de Biologia	Research, Society and Development	10/07/2021	vol.10
ADAC7	Uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de Hidrodinâmica	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	09/08/2017	vol.34(2)
ADAC8	Lentes de Gelatina	Revista Brasileira de Ensino de Física	2020-01	vol.42
ADAC9	A proposta de uma aula experimental em Biologia (Fisiologia Vegetal): vivenciando o estresse abiótico em plantas de milho ( <i>Zea mays</i> L.)	Research, Society and Development	20/05/2021	vol.10(6)
ADAC10	Permeabilidade da membrana plasmática celular da beterraba: uma proposta de aula prática no EM	Research, Society and Development	16/03/2021	Vol.10(3)
ADAC11	Experimentando a Biologia: uma proposta de aula prática sobre a atividade enzimática da catalase	Revista Brasileira do Ensino Médio	01/07/2021	vol.4
ADAC12	Desnaturação da clara do ovo: um experimento simples de Bioquímica para o ensino de Biologia	Research, Society and Development	22/03/2021	vol.10(3)
ADAC13	Planejamento de aulas experimentais de química: um estudo na formação inicial	Investigações em Ensino de Ciências	01/12/2018	vol.23(3)
ADAC14	Uma experiência didática através da ferramenta stop motion para o ensino de modelos atômicos	Holos	16/12/2020	vol.6(6)
ADAC15	Projetos pedagógicos nas escolas comunitárias do Espírito Santo: Propostas que se somam à educação do campo	Revista brasileira de Educação do Campo	01/01/2017	vol.2(1)
ADAC16	Utilização de plantas ornamentais como novos indicadores naturais ácido-base no ensino de química	Holos	01/01/2016	vol.32(2)
ADAC17	Construção e caracterização de um fotômetro destinado ao uso de aulas experimentais de química sobre a lei de Beer-Lambert	Holos	01/01/2016	vol.32(2)

Fonte: Própria dos autores

Os procedimentos utilizados para o desenvolvimento das atividades experimentais propostas nos trabalhos foram variados, porém a maioria dos artigos discutiram os experimentos com o uso de materiais diversos, tais como alternativos, de baixo custo, acessíveis (artigos ADAC1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 15 e 16). Houve também experimentos que exploraram o desenvolvimento das atividades práticas a partir da construção e aprimoramento de aparatos laboratoriais (artigos ADAC8 e ADAC17) e os que foram propostos a partir de atividades lúdicas com o uso de jogos e simulação computacional (artigos ADAC7, 13 e 14). O quadro 1 apresenta uma subdivisão dos artigos e os diferentes materiais utilizados na experimentação.

Avaliamos que o modo como o conhecimento é produzido e estudado pode variar conforme o método de ensino aderido pela instituição e pela metodologia escolhida pelos professores e professoras. Nesse sentido, essas metodologias de ensino podem ir das mais tradicionais às mais inovadoras conforme os diferentes tipos de materiais envolvidos na experimentação. Isso exige do professor que diante do tipo de laboratório que a escola/instituição possui seja capaz de elaborar atividades práticas do tipo LE ou LNE, o que influirá também nos diferentes tipos de materiais que serão envolvidos na experimentação.

Quando não há uma percepção do tipo de prática que se deseja desenvolver na atividade experimental (LE ou LNE) os materiais envolvidos na experimentação passam a ser similares quanto à sua destinação. É o que acontece, por exemplo, no artigo **“O ensino de termoquímica utilizando experimentação com material de baixo custo”** em que o conceito de materiais alternativos e de baixo custo era similar àquele apresentado no artigo **“A experimentação como instrumento para o ensino de titulometria para uma turma de graduandos em licenciatura em Química”**.

Os artigos asseguram uma compreensão da atividade experimental cuja metodologia eleva ao protagonismo os estudantes envolvidos na prática em sala de aula, conferindo à observação, problematização, planejamento, reflexão e avaliação do experimento como elementos essenciais do papel ativo dos alunos e mediado pelo professor. Isso dialoga com o que Mori e Curvelo (2017) discutem em relação à experimentação no contexto do **domínio da atividade científica**.

Outro ponto verificado na análise dos artigos relaciona os diferentes materiais utilizados e os tipos de atividades envolvidas nos experimentos. Foi possível verificar que os experimentos dos artigos analisados se configuravam como sendo de **demonstração/observação, verificação e investigação** e estavam diretamente

relacionados com os tipos de materiais utilizados na prática. O quadro 1, a seguir, apresenta as relações entre o tipo de laboratório, experimento e material utilizados em cada um dos artigos destacados na categoria.

Dessa maneira, mesmo que a proposta de experimentação se concentre no domínio da atividade prática e o protagonismo do aluno esteja em pauta nem sempre o material utilizado era o adequado para o que se propunha metodologicamente.

**Quadro 1 – Artigos e suas classificações quanto ao tipo de Laboratório, Experimento e material em que a atividade prática se caracteriza**

Código do Artigo	Tipo de Laboratório	Tipo de Experimento	Tipo de material
ADAC1	LE	Verificação	Materiais diversos (baixo custo)
ADAC2	LNE	Investigação	Materiais diversos (alternativos)
ADAC3	LE	Demonstração/observação (Fechada)	Materiais diversos (fácil acesso)
ADAC4	LE	Verificação	Materiais diversos (Baixo custo)
ADAC5	LE	Verificação	Materiais diversos (alternativos e de fácil acesso)
ADAC6	LE	Demonstração/observação (Fechada)	Materiais diversos (fácil acesso)
ADAC7	LNE	Demonstração/observação (Aberta)	Jogos e simulação computacional (Alternativo e de fácil acesso)
ADAC8	LE	Demonstração/observação (fechada)	Construção e aprimoramento de aparatos experimentais (fácil acesso)
ADAC9	LE	Demonstração/observação (fechada)	Materiais diversos (fácil acesso)
ADAC10	LE	Demonstração/observação (aberta)	Materiais diversos (fácil acesso)
ADAC11	LE	Demonstração/observação (Fechada)	Materiais diversos (Fácil acesso)
ADAC12	LE	Demonstração/Observação (Fechada)	Materiais diversos (fácil acesso e alternativos)
ADAC13	LE	Verificação	Materiais diversos e jogos e simulação computacional (alternativos e de fácil acesso)
ADAC14	LE	Demonstração/Observação (Aberta)	Jogos e simulação computacional (alternativo)
ADAC15	LNE	Investigação	Materiais diversos (baixo custo)
ADAC16	LE	Demonstração/Observação (Fechada)	Materiais diversos (Alternativos)
ADAC17	LE	Verificação	Construção e aprimoramento de aparatos experimentais e componentes eletrônicos (fácil acesso)

Fonte: Própria dos autores

Dos 10 (dez) artigos que desenvolveram a prática com o tipo de experimentação **observação/demonstração** as atividades envolviam materiais que se caracterizavam como **alternativos** ou de **fácil acesso**. A forma como os materiais eram elencados e descritos, geralmente, mencionavam o termo **baixo custo**, mas não delimitavam as características que a literatura (UNESCO (1978); WISNIEWSKI (1990); KHITAB (2012); ENGIDA (2012)) referenciavam conceitualmente a esses materiais.

Compreendemos que usar o termo **baixo custo** como sinônimo para materiais **alternativos** ou de **fácil acesso** se apresenta como equívoco e direciona o leitor para um entendimento errôneo do conceito de **materiais de baixo custo**. Isso impacta diretamente na própria forma de se planejar e desenvolver a experimentação como uma ferramenta no processo de ensino e aprendizagem da ciência.

Essa indistinção conceitual que os artigos analisados apresentaram nos permitiu fazer uma proposição conceitual para os termos referentes aos materiais de **fácil acesso** e **alternativos**.

Para os dois termos suas conceituações foram dimensionadas da seguinte forma:

- **Materiais de fácil acesso** – São aqueles que podem fazer parte do dia a dia dos estudantes e assim são facilmente adquiridos. Podem ser classificados como **Naturais** – quando são obtidos na natureza (fauna e flora); **Minerais** – quando obtidos na natureza ou em indústrias de processamento de minerais e **Artificiais** – quando são materiais comercializáveis/descartáveis (eletrônicos, mecânicos, alimentícios, farmacêuticos, de limpeza e etc.). Esses materiais nem sempre serão de baixo custo, pois mesmo sendo acessíveis podem ser obtidos a partir de um determinado custo financeiro. Nesse sentido, esses materiais podem proporcionar à experimentação possibilidades metodológicas de uma prática em que o aluno seja ativo no processo de ensino aprendizagem e o professor assumir o papel de mediador no desenvolvimento da atividade prática. Apesar de ser um material de fácil acesso nem sempre será abundante, isso significa que a metodologia experimental pode assumir contornos distintos. Se o material de fácil acesso é abundante e seu custo ser relativamente baixo o aluno é o protagonista da experimentação, o professor assume o papel de mediador, e o erro é uma ferramenta para a significação da experimentação. Se há uma quantidade pequena do material de fácil acesso e seu custo não for baixo o suficiente para os envolvidos na prática experimental os papéis podem se inverter, isto é, o aluno assume o papel de coadjuvante – Passivo – e o professor será a figura Ativa no processo de ensino aprendizagem. Nesse caso o erro não é uma alternativa para a significação da experimentação.
- **Materiais alternativos** – Se classificam como substitutos dos materiais tradicionais elencados na prática experimental. São materiais que geralmente possuem um valor financeiro intrínseco à sua aquisição. O papel do professor, do aluno e do erro na experimentação se condicionam à característica do material alternativo no que se

diz respeito ao acesso, disponibilidade e quantitativo. Nem sempre esses materiais fazem parte do dia a dia do estudante e da realidade da comunidade.

A linha limítrofe que separa os dois conceitos é muito estreita. A característica principal se configura na forma como esses materiais são obtidos. Aqueles tido como de fácil acesso nem sempre envolverá gastos financeiros para obtê-los e podem ser conseguidos de forma natural, mineral ou artificialmente. Tais materiais podem ser denominados como sendo aqueles que fazem parte do dia a dia dos estudantes.

Já os materiais alternativos, impreterivelmente, envolverão gastos financeiros em sua aquisição, uma vez que podem ser adquiridos em diversos estabelecimentos comerciais (farmácia, supermercado, lojas de materiais de construção etc.). São substitutos daqueles insumos elencados nos experimentos presentes nos livros didáticos e roteiros experimentais.

É importante destacar que nem os materiais de **fácil acesso** ou os **alternativos** elencam em suas definições a participação da comunidade como um elemento agregador e significativo da participação da comunidade em sua obtenção assim como acontece com a definição de materiais de **baixo custo**.

Conforme define a UNESCO (1978) o material de baixo custo precisa incorporar em sua caracterização ser gratuito, fazer parte da região em que se encontra inserida escola (ou instituição de ensino), ser obtido localmente e seu uso envolver os aspectos culturais, tradicionais e vocacionais que permitam uma participação efetiva da comunidade na elaboração de uma prática educativa com materiais de baixo custo.

Percebe-se que a literatura utiliza o termo **materiais de baixo custo** sem uma definição clara do que sejam esses materiais e como são diferenciados em relação aos materiais de **fácil acesso** e **alternativos**. Em muitos casos há uma concatenação entre os termos, por exemplo “materiais de baixo custo e fácil acesso”. Contudo, em nenhum momento o elemento que confere identidade aos materiais de baixo custo é referenciado, isto é, a representação da comunidade na obtenção e o uso de tal material como uma reflexão sobre o impacto que esse material tem na comunidade em que a escola está inserida.

Dos 7 (sete) artigos em que as práticas envolviam experimentações do tipo **verificação** ou **investigação** apenas 3 (três) utilizavam materiais que eram do tipo **baixo custo**. No entanto, não faziam uma definição do que eram tais materiais e não referiam à participação da comunidade na obtenção desses materiais de baixo custo. A exceção foi

o artigo ADAC15 que discutiu a participação da comunidade no desenvolvimento da prática experimental, mas não faz uma correlação entre a participação da comunidade com a definição dos materiais de baixo custo.

Foi possível fazer uma relação entre os tipos de materiais utilizados e o contexto do laboratório utilizado para a experimentação. Quando o experimento exige uma estruturação da prática, isto é, quando conduzido a partir dos LE os materiais utilizados geralmente são aqueles de fácil acesso ou alternativos. A participação dos estudantes está relacionada à **demonstração/observação** do experimento uma vez que esses materiais de fácil acesso ou alternativos nem sempre possuem quantidades suficientes para que o erro seja experimentado no processo reflexivo de execução da prática.

É importante compreendermos que o **LNE** não é exclusivo para as experimentações do tipo **investigação** ou **verificação**. Fazemos essa inferência, pois dos 7 (sete) artigos em que o experimento era do tipo **investigação** ou **verificação** 5 (cinco) foram desenvolvidos em **LE**. Compreendemos que uma atividade prática quando proposta para desenvolvimento de experimentação em sala de aula, sendo essa de investigação ou verificação não significa que o laboratório será, automaticamente, do tipo **não estruturado**.

### **3.2 Categoria de Análise – Experimentação como domínio prático**

Os artigos que enfatizaram os aspectos didáticos da experimentação compuseram a categoria **Experimentos de domínio prático**. Dessa forma a categoria se prontificou em avaliar como os artigos discutiam os aspectos didáticos na execução da experimentação em sala de aula. Foram analisados doze (12) artigos nessa categoria os quais exploram proposições didáticas distintas, tais como: atividades lúdicas, experimentais, construção de modelos e protótipos, kits didáticos, programas de computadores etc. Foi possível observar que tais recursos foram utilizados em contextos variados, porém todos visavam o aprimoramento da qualidade do ensino de ciências.

Os artigos estão listados na tabela 2 e foram classificados conforme o título do artigo, a revista em que foi publicado, data de publicação e o volume da revista. Além desses elementos inserimos um código para cada um dos artigos a fim de enumerá-los e facilitar para citações ao longo da análise. O código tem a seguinte formatação: A – se refere a Artigo; E – Experimentação; D – Domínio; P – Prático; Numeral que indica a posição do artigo na tabela, assim temos: AEDP1 – Artigo da Categoria Experimentação de Domínio Prático localizado na posição 1 da tabela 2.

**Tabela 2 – Artigos analisados para a categoria Experimentação como domínio prático**

<b>Código do artigo</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Revista</b>	<b>Publicação</b>	<b>Volume</b>
AEDP1	Instrumentação para o ensino de química utilizando materiais de baixo custo	Research, Society and Development	06/03/2019	Vol.8
AEDP2	O uso de materiais de baixo custo para experimentação nas aulas de densidade e pressão hidrostática	Revista Prática Docente	08/07/2017	vol.2
AEDP3	Práticas experimentais no ensino de física nuclear utilizando materiais de baixo custo	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	05/05/2017	vol.34
AEDP4	Abordando o interior da Terra no ensino básico por meio da experimentação	Terrae Didatica	14/02/2019	vol.15
AEDP5	Desenvolvimento de recursos didáticos para o ensino de geociências para a Banca da Ciências e Experimentoteca da EACH/USP	Terrae Didatica	23/06/2015	vol.10
AEDP6	Proposta experimental para análise das variáveis de estado dos gases com Arduino	Revista Brasileira de Ensino de Física	2019-01	vol.41
AEDP7	Utilização de produtos naturais da região do Xingu em experimentos didáticos para o ensino de Química Orgânica	Scientia plena	27/05/2016	vol.12(6)
AEDP8	A experimentação pelo olhar de graduandos em química: relações com o contexto formativo	Investigações em Ensino de Ciências	31/08/2020	vol.25(2)
AEDP9	Coleção de abelhas como ferramenta didática facilitadora para a aprendizagem no ensino técnico	Holos	01/04/2020	vol.2(2)
AEDP10	Aprendizagem de conceitos de astronomia no ensino fundamental: uma oficina didática em preparação para a OBA	Góndola	01/07/2017	vol.12(2)
AEDP11	A presença do lúdico no ensino dos modelos atômicos e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem	Góndola	07/07/2017	vol.12(2)
AEDP12	Aprimoramentos em um microscópio caseiro e sua eficácia para ensinar citologia básica	Holos	01/07/2020	vol.4(4)

Fonte: Própria dos autores

Os artigos AEDP 4, 10 e 11 exploraram os recursos didáticos do tipo lúdico para o desenvolvimento das atividades experimentais. Já os artigos AEDP 1, 2, 3, 6 e 12 discutiram em suas propostas didáticas a construção de modelos e protótipos assim como a elaboração de programas de computadores envolvidos na prática experimental. O kit didático foi abordado no artigo AEDP 5. Os materiais didáticos que exploravam o contexto local foram discutidos nos artigos AEDP 7 e 9. O artigo AEDP 8 visou trabalhar as representações sociais dos estudantes de química no contexto da experimentação.

Observamos que grande parte dos artigos se referem ao termo **materiais de baixo custo** para enfatizar uma didática que explore alternativas de ensino que contribuam para um aumento do nível de interação na aprendizagem, na divulgação e popularização da ciência.

Esse movimento de promover uma prática de ensino que aproxime sujeito e ciência desenha a didática experimental como algo caricato. Como explica Lazarowitz e Tamir (1994, apud DE JONG, 1998), o experimento, muitas vezes assume a característica de ser um facilitador da compreensão dos conceitos científicos.

No entanto, a forma como a proposição didática dos experimentos é apresentada nos artigos consideram essa característica como a principal e, em muitos casos, a única justificativa para o desenvolvimento da aprendizagem com o uso da experimentação como recurso didático.

Consideramos que essa percepção da experimentação como um recurso didático facilitador da aprendizagem, também contribui para uma não definição concreta do que sejam os diferentes tipos materiais utilizados na execução da prática.

Materiais recicláveis e descartáveis são sinônimos de materiais de baixo custo e, no contexto dos artigos analisados (AEDP 2, 12), estão associados à confecção de recursos didáticos capazes de melhorar o ensino de ciências das escolas públicas. Essa rede de sinônimos não se restringe apenas aos materiais recicláveis ou descartáveis, ela também contempla materiais de fácil acesso, como aqueles abordados nos artigos AEDP 1, 5, 6, 8.

Apesar das definições conceituais para os termos materiais de baixo custo, de fácil acesso e alternativo serem distintas, é possível perceber um ponto em comum quando são utilizados. Há um diálogo entre o protagonismo do estudante e sua relação ativa com o processo de experimentação. Contudo, esse diálogo nem sempre é explícito, muito menos enfatizando a proposta didática dos três momentos pedagógicos de Muenchen e

Delizoicov (2014): Problematização Inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento.

Os autores caracterizam os três momentos da seguinte forma:

**Problematização Inicial:** apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. **Organização do Conhecimento:** momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados. **Aplicação do Conhecimento:** momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p.620).

Quando o termo material de baixo custo (e todos os seus sinônimos) é utilizado na experimentação, a proposta didática que mais aparece nos artigos analisados (AEDP 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12) é a **problematização inicial**. A atividade prática é organizada, geralmente, considerando uma problematização do conteúdo a ser trabalhado, enfatizando o papel ativo do aluno no processo de ensino e aprendizagem. No entanto, não há distinção dos demais momentos pedagógicos, isto é, da **organização do conhecimento** e da **aplicação do conhecimento**. Os demais artigos analisados (AEDP 1, 3, 6 e 8) não fazem nenhuma referência, seja ela implícita ou explícita, à problematização no desenvolvimento didático da experimentação.

Para os artigos AEDP 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12, a abordagem experimental explícita como o problema é discutido e como a execução da prática experimental se desenrola em sala de aula, mas não se faz uma discussão como a organização do conhecimento e a aplicação deste conduzem a uma significação da experimentação para o desenvolvimento da aprendizagem.

Como discutido na categoria anterior, os artigos assumem uma rotina discursiva na qual a experimentação assume os contornos de **facilitadora da aprendizagem**, de **“descomplicar” conteúdos complexos**, ser **atrativa e interessante aos olhos dos estudantes**, assim constroem um desenho de atividade experimental que resolverá uma gama de problemas relativos ao processo de ensino e aprendizagem de ciências. Tais adjetivações contribuem para o uso dos termos materiais de baixo custo, alternativos e de fácil acesso como sendo sinônimos.

Contudo, compreendemos que a utilização de materiais de baixo custo, alternativos ou de fácil acesso, conforme as definições apresentadas na categoria anterior, possuem contextos e aplicações distintas. Será o experimento e a proposta didática que delimitará quais tipos de materiais serão utilizados para o desenvolvimento da prática em sala de aula.

A experimentação executada a partir de uma proposta didática centrada nos três momentos pedagógicos exigirá do professor um envolvimento maior dos alunos e, conseqüentemente, uma participação mais efetiva. Dessa forma, como afirma Araújo e Abib (2003), a estruturação da atividade experimental deverá conferir um maior tempo e envolvimento para que o estudante possa pensar sobre o problema que envolve o experimento.

Os termos utilizados nos artigos avaliados, na categoria em discussão, denominavam a experimentação como sendo: **Experimentação de baixo custo, Experimentação com materiais alternativos e de fácil acesso, Experimentação com materiais de baixo custo.** O quadro 2 refere à essas classificações dos artigos analisados.

**Quadro 2 – Artigos e suas classificações quanto ao tipo de Laboratório, Experimento e material em que a atividade prática se caracteriza**

Código do artigo	Tipo de Laboratório	Tipo de Experimento	Tipo de material
AEDP1	LE	Demonstração/observação (Fechada)	Materiais de baixo custo e de fácil acesso
AEDP2	LE	Demonstração/observação(fechada) 1 etapa Demonstração/observação(aberta) 2 etapa	Materiais recicláveis
AEDP3	LE	Verificação	Materiais de baixo custo
AEDP4	LE	Demonstração/observação (Fechada)	Alternativos e de baixo custo
AEDP5	LE	Demonstração/observação (Aberta)	Materiais acessíveis e de baixo custo
AEDP6	LE	Demonstração/observação (Fechada)	Materiais de baixo custo e fácil acesso
AEDP7	LE	Verificação	Materiais do cotidiano
AEDP8	LE	Demonstração/observação (Fechada)	Fácil acesso
AEDP9	LNE	Verificação	Não define o material
AEDP10	LE	Verificação	Materiais alternativos e de baixo custo
AEDP11	LNE	Demonstração/observação (Aberta)	Materiais de baixo custo
AEDP12	LE	Verificação	Materiais Recicláveis

Fonte: Própria dos autores

Percebemos que, independentemente de qual era o termo utilizado, os sentidos atribuídos aos diferentes materiais eram sempre sinônimos. Depreendemos também que quando o artigo se referia a materiais de **baixo custo, recicláveis, alternativos, acessíveis, materiais do cotidiano** na verdade se referiam aos materiais cuja definição dialogava com o termo **fácil acesso** (AEDP 1, 2, 4, 5, 7, 10, 11 e 12). Houve casos em que os termos material de baixo custo e de fácil acesso se referiam àqueles tidos como **alternativos**, tais como nos artigos AEDP 3, 6, 12.

Retomamos em nossa discussão sobre essa demarcação dos termos como sinônimos (**baixo custo, fácil acesso e alternativo**), pois no que diz respeito aos aspectos didáticos da experimentação torna-se necessário que o professor compreenda o desenvolvimento da atividade prática em sala de aula como composta por diferentes proposições.

A experimentação não deve ser compreendida como uma simples comprovação na prática do que é discutido teoricamente. Isso é uma concepção equivocada da ciência que remete ao pensamento indutivo/dedutivo (CHALMERS, 1993) do século XVII.

É nesse sentido que compreendemos que a experimentação precisa ser dimensionada a partir do contexto organizacional, conforme exposto na tabela 3 a seguir:

**Tabela 3 – Aspectos didáticos da experimentação**

<b>Tipos de Laboratórios</b>	<b>Tipos de Experimentos</b>	<b>Tipos de materiais</b>
Estruturado	Demonstração/Observação	Baixo custo
Não Estruturado	Verificação	Fácil acesso
	Investigação	Alternativo

Fonte: Própria dos autores.

Os aspectos didáticos de uma experimentação não podem ser dimensionados apenas pela capacidade “facilitadora e motivadora” da proposta prática do ensino de ciências. Ela precisa ser planejada considerando as diferentes camadas que a experimentação pode lançar sobre sua execução, participação dos estudantes e materiais implementados na prática de ensino.

### **3.3 Categoria de Análise – Experimentação como domínio filosófico**

A categoria em discussão foi proposta considerando de que maneira os conceitos de materiais de baixo custo, alternativos e de fácil acesso são pensados a partir da experimentação em uma perspectiva epistemológica.

Nesse sentido, a categoria visa compreender como a concepção de experimentação a partir dos aspectos indutivistas-empiristas, corroboram o significado do conceito de experimentação a partir do **domínio filosófico**.

Inicialmente, verificamos que dos trinta e um (31) artigos analisados, apenas dois foram categorizados como sendo relativos à Experimentação como domínio filosófico. Os dois artigos fazem propostas de discussão experimental bem distintas: um visa discutir as “**Contribuições e limites da questão sociocientífica fosfoetanolamina nas aulas de ciências**” e o segundo propõe a construção de um protótipo em sala de aula “**Uma proposta de baixo custo para experimentos com raios catódicos**”. A tabela 4 apresenta os artigos mencionados.

Os artigos estão listados na tabela 3 e foram classificados conforme o título do artigo, a revista em que foi publicado, data de publicação e o volume da revista. Além desses elementos inserimos um código para cada um dos artigos a fim de enumerá-los e facilitar para citações ao longo da análise. O código tem a seguinte formatação: A – se refere a Artigo; E – Experimentação; D – Domínio; F – Filosófico; Numeral que indica a posição do artigo na tabela, assim temos: AEDF1 – Artigo da Categoria Experimentação de Domínio Filosófico localizado na posição 1 da tabela 4

**Tabela 4 - Artigos analisados para a categoria Experimentação como domínio filosófico**

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Revista</b>	<b>Publicação</b>	<b>Vol.</b>
AEDF1	Contribuições e limites da questão sociocientífica fosfoetanolamina nas aulas de ciências	Investigação em Ensino de Ciências	12/2020	Vol. 25
AEDF2	Uma proposta de baixo custo para experimentos com raios catódicos	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	04/2019	Vol. 36

Fonte: Própria dos autores

A partir do momento em que a experimentação visa discutir os aspectos sociocientíficos em uma prática experimental, o professor visa colocar em evidência as questões relativas à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

O envolvimento dos materiais utilizados na experimentação incita a necessidade de avançar para além da **observação/demonstração** nos LE ou da **investigação e verificação** nos LNE. Compreender como os materiais de baixo custo dialogam com a evidenciação de relacionar a mudança conceitual (POSNER et al, 1983) e os diferentes obstáculos que o próprio conhecimento científico enfrentou até sua consolidação pelos pares consiste em uma percepção epistemológica do experimento.

Contudo, nem sempre essa conexão está diretamente relacionada efetivamente à prática experimental em sala de aula, o exemplo do artigo AEDF1 analisado nessa categoria em destaque. Não se trata de uma pesquisa experimental, propriamente dita, mas uma investigação que discutia as questões do uso da substância fosfoetanolamina no combate ao câncer.

Os materiais utilizados neste estudo são elevados à categoria de fácil acesso, uma vez que a pesquisa – assim como o público em geral – teve acesso aos diferentes materiais publicados em periódicos científicos de acesso livre. Isso significa que a discussão em sala de aula foi sustentada pelas proposições epistemológicas e pelas evidenciações dos aspectos de CTSA que reverberavam nas discussões sobre a substância que combatia o câncer.

Mesmo não se tratando de uma experimentação em sala de aula, o tema em discussão invoca a necessidade de uma formação docente muito bem delineada para a condução da pesquisa em sala de aula, uma vez que o público-alvo da pesquisa eram alunos do 8º ano. Assim, verificamos que o estudo desenvolvido, envolto em uma característica de pesquisa cujo material utilizado seja de fácil acesso, traz para a prática os aspectos epistemológicos, didáticos e metodológicos para construir uma proposta experimental que tenha significado para além dos materiais utilizados na investigação.

O segundo artigo analisado desenha uma proposta de pesquisa oposta ao que foi discutido nos parágrafos anteriores, em termos metodológicos. O experimento apresentado no artigo AEDF2, tem como objetivo adaptação de um dos experimentos sobre a natureza dos raios catódicos realizado ao final do século XIX, especificamente, aquele apresentado em livros didáticos e de divulgação científica como “o experimento de Thomson” para o cálculo da relação carga/massa do elétron.

É possível perceber pelo objetivo apresentado pelo autor que os materiais que serão utilizados não serão de baixo custo. Isso é compreendido quando o autor nos diz o seguinte: “A proposta utiliza materiais com custos inferiores aos de kits de experimentos disponíveis no mercado internacional”.

Aqui podemos observar o uso de um sinônimo para **baixo custo** utilizado pelo autor como **custo inferior**. Contudo, o termo “custo inferior” está acompanhado de uma frase significativa: “kits de experimentos no mercado internacional”. Ao pesquisarmos, em um site de compras internacionais, o valor de um tubo de raios catódicos varia entre R\$ 519,57 e R\$ 341,21 (com o frete incluso, mas sem os encargos aduaneiros).

Compreendemos que o termo utilizado para os materiais do experimento não seja efetivamente de **baixo custo**, mas sim **alternativo**, porém a um valor, relativamente, elevado. O quadro 3 representa as classificações dos materiais utilizados em cada um dos artigos analisados na categoria.

**Quadro 3 – Artigos e suas classificações quanto ao tipo de Laboratório, Experimento e material em que a atividade prática se caracteriza**

<b>Código do artigo</b>	<b>Tipo de Laboratório</b>	<b>Tipo de Experimento</b>	<b>Tipo de material</b>
AEDF1	LE	Demonstração/observação (Aberta)	Material de fácil acesso
AEDF2	LE	Investigação	Material de baixo custo e de custo reduzido

Fonte: Própria dos autores

Evidenciamos, mais uma vez, a polissemia que os termos utilizados para os materiais usados na execução de uma experimentação são submetidos. Dessa forma, a indistinção do que seja baixo custo, alternativo e de fácil acesso causa uma confusão conceitual e coloca a experimentação como sendo uma atividade em que apenas o aspecto prático caracteriza essa metodologia de ensino em sala de aula.

Outro ponto avaliado no artigo AEDF2 é que a construção do protótipo se enquadra em uma atividade experimental com as seguintes características:

1. A experimentação se apresenta a partir da perspectiva de LE;
2. Trata-se de um tipo de experimento de Investigação;
3. Materiais que compõem a prática são alternativos àqueles dos kits de experimentos no mercado internacional.

É importante destacar que a construção do protótipo remonta as condições experimentais relatadas no desenvolvimento da experimentação no século XIX. Além disso, apesar do autor se referir aos materiais como sendo de baixo custo e de custo reduzido, faz uma reclassificação dos materiais utilizados como sendo alternativos aos kits obtidos internacionalmente.

A construção do aparato experimental permitiria ao professor evidenciar as questões problematizadoras que culminaram no avanço do conhecimento científico naquela época. Isto é, exigiria do docente uma percepção epistemológica do desenvolvimento do conhecimento científico.

Contudo, ao explicar sobre a construção do protótipo em sala de aula, os pesquisadores enfatizam e sinalizam o mesmo roteiro que vários outros artigos apresentam quando discutem a realização de experimentos em sala de aula. Afirmam que algumas das finalidades da prática experimental no Ensino de Ciências é motivar os alunos, capacitá-los na resolução de problemas e nas técnicas e metodologias da pesquisa científica, facilitar a compreensão de conceitos, desenvolver habilidades manipulativas, trabalhar coletiva e cooperativamente.

As características elencadas remetem à uma prática experimental onde o Laboratório Estruturado se configura como o espaço para o desenvolvimento de uma aprendizagem em que o estudante está limitado por condicionantes que destacam a prática experimental como fim único do momento de aprendizagem.

Nesse sentido, o papel do erro não se apresenta como uma ferramenta no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que os materiais utilizados são alternativos e seus custos não são baixos. Dessa forma, o protótipo sugerido na experimentação em sala de aula não possui uma margem de erro para que possa ser reiniciado.

Os aspectos epistemológicos envolvidos em uma proposta experimental em sala de aula e que envolva materiais de baixo custo, alternativos e de fácil acesso precisam dimensionar e conceituar melhor cada um dos termos que delimitam a prática experimental. Isso precisa ser bem compreendido, pois geralmente tudo que envolve materiais alternativos acabam sendo classificados como de baixo custo, quando na verdade nem sempre possuem um valor, relativamente, acessível para a maioria dos professores/pesquisadores, para as escolas e para os alunos.

#### 4 Algumas considerações

O termo experimentação, conforme discutido por Mori e Curvelo (2017), apresenta uma polissemia. Isso contribui para uma concepção equivocada do que seja experimentação no ensino de ciências. Hodson (1988) tem nos explicado ao longo de três décadas que é necessário compreendermos as diferentes configurações do que seja o trabalho experimental, experimentação na ciência e no ensino de ciências.

Isso distingue para o professor em formação, e também para os docentes em formação continuada, que o desenvolvimento da prática experimental precisa ser muito bem compreendido e dimensionado para que o trabalho experimental em sala de aula tenha significado.

Visualizamos, no entanto, que a literatura tem se referenciado à experimentação de uma maneira polissêmica e isso reverbera nos conceitos que são atribuídos aos materiais que são insumos para a experimentação. Materiais que são denominados como: **baixo custo**, **alternativos** e **de fácil acesso** também assumem a mesma polissemia que a experimentação.

O termo **baixo custo**, conforme definido pela UNESCO (1978) e outros autores (WISNIEWSKI (1990); KHITAB (2012); ENGIDA (2012)), apresenta uma significação particular que o distingue dos termos materiais **de fácil acesso** e **alternativos**. Segundo os autores os **materiais educativos de baixo custo** são aqueles que podem ser obtidos localmente de forma gratuita e que sua confecção envolve a participação da comunidade que circunscreve a escola. Além disso, precisa incorporar em seus aspectos didáticos-metodológicos as nuances culturais, vocacionais e tradicionais que a comunidade assume em seus aspectos identitários e que reverberará nas características dos materiais de baixo custo.

Nesse sentido, percebemos que o conceito do termo **materiais de baixo custo** possui uma amplitude em seu significado que o distancia de representações simplistas, por exemplo, materiais descartáveis, sucatas, lixo eletrônico, etc.

Compreendemos que tais materiais podem ser, erroneamente, classificados como de baixo custo. Ao serem utilizados no processo de ensino aprendizagem de ciências a partir da experimentação e não dialogarem com a realidade em que estão inseridos, com a cultura local, com a vocação e tradição da comunidade denominá-los como de baixo custo simplesmente por uma característica relacionada ao valor financeiro significa reduzi-los a uma condição meramente superficial.

Isso nos aponta possibilidades para um de ensino de ciências em que a experimentação seja proposta de ensino integrada com a comunidade, pais de alunos e os estudantes perceberem como os materiais disponíveis localmente podem abrigar relações significativas para reflexões sobre o meio em que se vivem.

A Educação do Campo assim como as escolas urbanas podem fazer uso dos materiais de baixo custo para construir um ensino que efetive o papel protagonista dos estudantes e da própria comunidade no desenvolvimento da aprendizagem de qualidade.

Os trinta e um (31) artigos analisados nos permitiram compreender que o termo baixo custo é utilizado como sinônimo para materiais de fácil acesso e alternativos, e vice-versa. Isso causa um conflito de definições desvirtuando as diferentes características dos materiais utilizados na experimentação.

Percebemos, então, uma necessidade de apontarmos definições que classifiquem as características dos termos **materiais de fácil acesso** e **alternativos** e como isso é dimensionado na experimentação. É nesse sentido que devemos compreender a experimentação em três camadas complementares:

1. A maneira como o experimento será desenvolvido – se de forma Estruturada ou Não Estruturada;
2. Tipo de Experimentação desenvolvida: se de Observação/demonstração, Verificação ou de Investigação;
3. Tipo de Material utilizado na prática experimental: Baixo custo, Fácil Acesso ou Alternativo.

Para que os conceitos fossem explicitados de forma distinta, concluímos que os **materiais de fácil acesso** são aqueles que fazer parte do dia a dia dos estudantes e assim são facilmente adquiridos. Podem ser classificados como **Naturais** – quando são obtidos na natureza (fauna e flora); **Minerais** – quando obtidos na natureza ou em indústrias de processamento de minerais e **Artificiais** – quando são materiais comercializáveis/descartáveis (eletrônicos, mecânicos, alimentícios, farmacêuticos, de limpeza e etc.).

Esses materiais nem sempre serão de baixo custo, pois mesmo sendo acessíveis podem ser obtidos a partir de um determinado custo financeiro. Por apresentar a possibilidade de não ser gratuito isso já o distancia dos materiais de baixo custo. Além disso, se a comunidade e seus aspectos culturais e tradicionais não se explicitam na

característica do material este não poder classificado como de **baixo custo**, sendo melhor definido como material de **fácil acesso**.

Acrescenta-se a isso que um material de fácil acesso nem sempre será abundante, isso significa que a metodologia experimental pode assumir contornos distintos. Quando presente em grande quantidade e ser acessível a prática experimental poderá ser caracterizada pelo papel mediado do professor e o estudante ser ativo no processo de ensino e aprendizagem. Nesse caso, o erro se constitui como uma ferramenta identitária da experimentação, uma vez que os discentes assumem o protagonismo da resolução de problemas a partir da prática experimental, isto é, o erro será significativo para o desenvolvimento das problematizações que os materiais de fácil acesso podem conferir às atividades práticas.

Contudo, se o material de fácil acesso for obtido em uma quantidade pequena do e seu custo não for baixo o suficiente para os envolvidos na prática experimental os papéis podem se inverter, isto é, o aluno assume o papel de coadjuvante – Passivo – e o professor será a figura Ativa no processo de ensino aprendizagem. Nesse caso o erro não é uma alternativa para a significação da experimentação.

A definição que concluímos para os **materiais alternativos** é descrita da seguinte forma. São aqueles que possuem um valor financeiro intrínseco à sua aquisição. O papel do professor, do aluno e do erro na experimentação se condicionam à característica do material alternativo no que se diz respeito ao acesso, disponibilidade e quantitativo. Nem sempre esses materiais fazem parte do dia a dia do estudante e da realidade da comunidade.

Percebemos, então, que é necessário um cuidado maior no que diz respeito ao uso da experimentação no ensino de ciências e dos materiais que envolvem a atividade prática. Além disso, o emprego dos termos baixo custo, alternativos e de fácil acesso precisam estar equalizados com a maneira e tipo de experimento que será desenvolvido em sala de aula.

## 5 Referências Bibliografia

- ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. Atividades experimentais no ensino de física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p.176-194, 2003.
- CHALMERS, A.F. **O que é ciências afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.
- DE JONG, O. Los experimentos que plantean problemas em las aulas de química: dilemas y soluciones. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 2, p.305-314, 1998.
- ENGIDA, T. Development of Low-Cost educational materials for chemistry, **African Journal Chemistry Education**, v.2, n.1, 2012
- HODSON, D. Experimentos nas ciências e no ensino de ciência, **Educational Philosophy and Theory**, nº 20, p. 53-66, 1988 (tradução Paulo A. Porto).
- KHITAB, U. The development of Low Cost learning material for the teaching if chemistry at secondary level, **City University Research Journal**, v.03, n.01, junho, 2012
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas.** São Paulo. Ed. EPU, 1986.
- MORI, R.C.; CURVELO, A.S. A polissemia da palavra “Experimentação” e a Educação em ciências. **Química nova na Escola**, São Paulo, v. 39, n. 3, 291-304, 2017.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, 617-638, 2014.
- POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W. Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change, **Science Education**, nº 66, p.211-227, 1982.
- UNESCO. **Design, Development and Evaluation of Low-cost Educational Materials:** Report of a Regional Workshop. Bangkok, 1978.
- WISNIEWSKI, G. **Utilização de materiais de baixo custo no ensino de química conjugados aos recursos locais disponíveis.** 1990. 209f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1990.